

**Family list**

**1** family member for:

**JP2001284059**

Derived from 1 application.

- 1**   **TRANSPARENT ELECTRODE, ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT,  
TREATING DEVICE AND TREATING METHOD OF TRANSPARENT ELECTRODE**  
Publication Info: **JP2001284059 A** - 2001-10-12

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

17351491

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 2001284059 A2 20011012 <No. of Patents:  
001>

**TRANSPARENT ELECTRODE, ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT,  
TREATING**

**DEVICE AND TREATING METHOD OF TRANSPARENT ELECTRODE**

(English)

Patent Assignee: HONDA MOTOR CO LTD

Author (Inventor): AIKAWA KOUICHIRO; TSUGE HODAKA; ISHII SATOSHI;  
KOMATSUZAKI AKIHIRO; SHIMADA YOICHI

IPC: \*H05B-033/28; H05B-033/10; H05B-033/14; H05B-033/22

Derwent WPI Acc No: G 02-092970

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 2001284059	A2	20011012	JP 200091914	A	20000329 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 200091914 A 20000329

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07056423      **\*\*Image available\*\***

**TRANSPARENT ELECTRODE, ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT,  
TREATING DEVICE  
AND TREATING METHOD OF TRANSPARENT ELECTRODE**

**PUB. NO.:        2001-284059 [JP 2001284059 A]**

**PUBLISHED:      October 12, 2001 (20011012)**

**INVENTOR(s):    AIKAWA KOUICHIRO**

**TSUGE HODAKA**

**ISHII SATOSHI**

**KOMATSUZAKI AKIHIRO**

**SHIMADA YOICHI**

**APPLICANT(s):   HONDA MOTOR CO LTD**

**APPL. NO.:       2000-091914 [JP 200091914]**

**FILED:           March 29, 2000 (20000329)**

**INTL CLASS:     H05B-033/28; H05B-033/10; H05B-033/14; H05B-033/22**

#### **ABSTRACT**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a transparent electrode with improved work function and a treating method of the transparent electrode which improves the work function of the transparent electrode surface.

**SOLUTION:** A transparent electrode composed of a transparent substrate and a transparent conductive film, formed on the transparent substrate and exposed to the gas containing active oxygen, is provided. The transparent electrode treating device comprises a plasma generator generating the second gas including active oxygen by generating a plasma in the first gas supplied to the plasma generator from the outside, and a treating chamber to which the second gas is supplied from the plasma generator. The treating chamber houses the transparent electrode composed of the transparent substrate and the transparent conductive film formed on the transparent substrate, and conducts active oxygen treatment to the transparent electrode using the second gas supplied from the plasma generator.

**COPYRIGHT: (C)2001,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-284059

(P 2 0 0 1 - 2 8 4 0 5 9 A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H05B 33/28		H05B 33/28	3K007
33/10		33/10	
33/14		33/14	A
33/22		33/22	C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全11頁)

(21) 出願番号	特願2000-91914 (P 2000-91914)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年3月29日 (2000. 3. 29)	(72) 発明者	相川 孔一郎 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	柘植 穂高 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
		(74) 代理人	100102864 弁理士 工藤 実 (外1名)

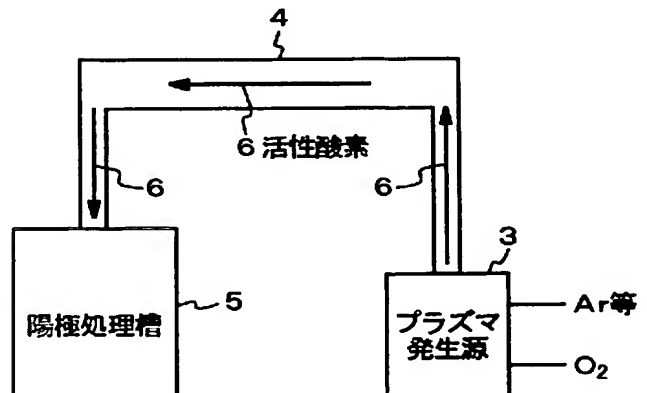
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透明電極、有機エレクトロルミネッセンス素子、透明電極処理装置および透明電極の処理方法

(57) 【要約】

【課題】 仕事関数を向上させた透明電極および透明電極表面の仕事関数を向上させる透明電極処理装置を提供する。

【解決手段】 透明基板と、透明基板上に設けられた透明導電膜からなり、透明導電膜は活性酸素を含む気体に晒されてなる透明電極を提供する。また、酸素を含む第1の気体中でプラズマを発生させて、活性酸素を含む第2の気体を生成するプラズマ発生装置と、ここで、第1の気体は外部からプラズマ発生装置内部に供給され、プラズマ発生装置から第2の気体が供給される処理槽とを有し、処理槽は、透明基板と透明基板上に設けられた透明導電膜からなる透明電極が配置されており、プラズマ発生装置から供給された第2の気体を用いて透明電極に活性酸素処理を行う透明電極処理装置を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板と、

前記透明基板上に設けられた透明導電膜からなり、前記透明導電膜は活性酸素を含む気体に晒されてなる、透明電極。

【請求項 2】 請求項 1 の透明電極において、前記透明導電膜は、導電性酸化物からなる、透明電極。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 の透明電極において、前記気体は、濃度 1 % 以上の活性酸素を含む、透明電極。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の透明電極において、前記透明導電膜の仕事関数が 5.5 eV 以上である、透明電極。

【請求項 5】 陽極としての請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の透明電極と、前記透明電極上に形成された有機層と、ここで、前記有機層は少なくとも 1 層の発光層を含み、前記発光層上に形成された陰極とからなる、有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 請求項 5 の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機層は、正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層を構成する正孔輸送材料のイオン化ポテンシャルが 5.4 eV 以上である、有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】 酸素を含む第 1 の気体中でプラズマを発生させて、活性酸素を含む第 2 の気体を生成するプラズマ発生装置と、ここで、前記第 1 の気体は外部から前記プラズマ発生装置へ供給され、前記プラズマ発生装置から前記第 2 の気体が供給される処理槽とを有し、前記処理槽は、透明基板と前記透明基板上に設けられた透明導電膜からなる透明電極が配置されており、前記プラズマ発生装置から供給された前記第 2 の気体を用いて前記透明電極に活性酸素処理を行う、透明電極処理装置。

【請求項 8】 請求項 7 の透明電極処理装置において、前記透明導電膜は、導電性酸化物からなる、透明電極処理装置。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 の透明電極処理装置において、前記第 1 の気体は、酸素濃度 1 % 以上である、透明電極処理装置。

【請求項 10】 プラズマ発生装置を有する透明電極処理装置において、プラズマ発生装置内部で、酸素を含む第 1 の気体中にプラズマを発生させて、活性酸素を含む第 2 の気体を発生させるステップと、

前記プラズマ発生装置内部から前記第 2 の気体を排出するステップと、

前記排出された第 2 の気体に透明電極が晒されるステップとからなり、ここで、前記透明電極は透明基板と前記透明基板上に設けられた透明導電膜から構成される、透明電極の処理方法。

【請求項 11】 請求項 10 の透明電極の処理方法において、前記透明導電膜は、導電性酸化物からなる、

10 透明電極の処理方法。

【請求項 12】 請求項 10 または 11 の透明電極の処理方法において、前記第 1 の気体は、酸素濃度 1 % 以上である、透明電極の処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透明電極、透明電極処理装置、透明電極の処理方法およびそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子に関し、さらに詳しくは、表面の仕事関数を向上させた透明電極、透明電極表面の仕事関数を向上させる透明電極処理装置および透明電極の処理方法、およびその透明電極を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、有機エレクトロルミネッセンス素子が注目されている。有機エレクトロルミネッセンス素子は、面発光を行う、低印加電圧でも高輝度で発光する、薄型化や軽量化が可能である、大面積の発光素子の製造可能性が高い、および発光材料に多様な材料を合成して使用することができるためにフルカラー表示の実現可能性が高いという特徴を有する。

【0003】有機エレクトロルミネッセンス素子は、自動車、自転車等の方向指示機やテールランプ、パーソナルコンピューター、ファミリーコンピューターなどのディスプレイ、液晶表示装置のバックライト、玩具用発光素子、道路工事用夜間表示灯などの用途に用いられることが予想される。

【0004】有機エレクトロルミネッセンス素子では、上記用途への実用化のために、高輝度で発光すること、および低印加電圧で駆動することが求められている。

【0005】従来、有機エレクトロルミネッセンス素子として、陽極／発光層／陰極の構造からなる単層有機エレクトロルミネッセンス素子が知られている。この有機エレクトロルミネッセンス素子は、以下に示す原理に従って発光する。陰極から電子が発光層に注入される。陽極から正孔が発光層に注入される。注入された電子と正孔が発光層内で再結合するときに、有機エレクトロルミネッセンス素子は発光する。

【0006】他に、種々の構造を持った有機エレクトロルミネッセンス素子が開発されている。例えば、陽極／

正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極からなる多層積層構造の有機エレクトロルミネッセンス素子などが挙げられる。ここで、正孔輸送層／発光層／電子輸送層の各層は薄膜として形成されている。

【0007】正孔輸送層は陽極から注入される正孔を発光層まで輸送するための層である。電子輸送層は陰極から注入される電子を発光層まで輸送するための層である。発光層は正孔輸送層と電子輸送層との間に設けられている。発光層は発光剤を含み、発光層はこの発光剤を低分子あるいは高分子化合物中に分散させている。この発光剤は蛍光物質からなり、特に、高い発光量子効率を有する蛍光物質単体からなることが望ましい。この発光材は、色素レーザー用の色素、蛍光増白剤、あるいは紫外線照射により蛍光を示す蛍光物質の中から任意に選択される。

【0008】他に、多層積層構造であって、正孔阻止層、電子注入層、正孔注入層のうち少なくとも1層を含む有機エレクトロルミネッセンス素子が従来知られている。

【0009】特開平3-137186号公報には、陽極／正孔注入輸送層／発光層／正孔阻止層／陰極からなる多層積層構造の有機エレクトロルミネッセンス素子が開示されている。正孔阻止層は、発光層と陰極との間に設けられる。有機エレクトロルミネッセンス素子が正孔阻止層を含まない場合、発光層内で発光に寄与することのない正孔は、発光層を通過して陰極に至る。正孔阻止層は、発光に寄与しない正孔を発光層内に閉じ込める。この結果、正孔阻止層を含む有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光に寄与する正孔を発光層内に多く閉じ込めることを可能にし、発光層で高い発光効率を得る。

【0010】電子注入層は、発光層と陰極の間あるいは正孔阻止層と陰極の間に設けられる。電子注入層は、陰極から発光層への電子の注入を容易にする。正孔注入層は、発光層と陽極の間に設けられる。正孔注入層は陽極から発光層への正孔の注入を容易にする。

【0011】さて、陽極から発光層へ正孔注入効率を向上させるためには、ITO膜表面の仕事関数は高いほうが望ましい。

【0012】従来の有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極に透明な絶縁基板上に設けられているITO（酸化錫インジウム）膜を用いることが多い。従来用いられているITO膜表面の仕事関数は4.6～4.8eVである。

【0013】ITO膜表面の仕事関数を高める従来技術が特開平8-167479号公報に開示されている。この従来技術によると、まず、スパッタ法、電子ビーム蒸着法、プラズマCVD法などによって、ITO薄膜は非晶質に近い形で絶縁基板上に形成される。次に、このITO薄膜は減圧下または非酸化雰囲気下100～150℃でアニールされる。その後、このITO薄膜は酸化性雰囲気

下100～500℃でアニールされる、またはプラズマ照射される。上記処理後のITO薄膜は、仕事関数を5.1～6.0eVに高められる。

【0014】上記処理後のITO薄膜は、時間の経過と共に仕事関数が急激に低下する。このため、このITO薄膜を陽極とする有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する場合、陽極と接する層のイオン化ポテンシャルが5.5eV以上であるとき、陽極から正孔を注入する際の注入障壁は高くなる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、表面の仕事関数を向上させた透明電極を提供することにある。

【0016】本発明の他の目的は、透明電極表面の仕事関数を向上させるための透明電極処理装置および透明電極処理方法を提供することにある。

【0017】本発明のさらに他の目的は、高輝度で低電圧駆動が可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。

【0018】また、本発明の目的は、電極からその電極と接して設けられている有機層への電荷の注入効率を向上させることが可能な有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中の請求項対応の技術的事項には、括弧（ ）付きで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、請求項対応の技術的事項と実施の複数・形態のうち少なくとも1つの技術的事項との一致・対応関係を明白にしているが、その請求項対応の技術的事項が実施の形態の技術的事項に限定されることを示すためのものではない。

【0020】上記課題を解決するために、本発明によると、透明基板（1）と、透明基板（1）上に設けられた透明導電膜（2）からなり、透明導電膜（2）は活性酸素を含む気体（6）に晒されてなる透明電極を提供する。

【0021】上記の透明電極において、透明導電膜（2）は、導電性酸化物からなることが可能である。

【0022】上記の透明電極において、気体（6）は、濃度1%以上の活性酸素を含むことが可能である。

【0023】上記の透明電極において、透明導電膜（2）の仕事関数が5.5eV以上であることが可能である。

【0024】また、上記課題を解決するために、本発明によると、陽極としての上記の透明電極（31）と、透明電極（31）上に形成された有機層（32、33）と、ここで、有機層（32、33）は少なくとも1層の発光層（32、33）を含み、有機層（32、33）上に形成された陰極（34）とからなる有機エレクトロル

ミネッセンス素子を提供する。

【0025】上記の有機エレクトロルミネッセンス素子において、有機層(32, 33)は、正孔輸送層(32)を含み、正孔輸送層(32)を構成する正孔輸送材料のイオン化ポテンシャルが5.4 eV以上であることが可能である。

【0026】さらに、上記課題を解決するために、本発明によると、酸素を含む第1の気体中でプラズマを発生させて、活性酸素を含む第2の気体(6)を生成するプラズマ発生装置(3)と、ここで、第1の気体は外部からプラズマ発生装置(3)内部に供給され、プラズマ発生装置(3)から第2の気体(6)が供給される処理槽(5)とを有し、処理槽(5)は、透明基板と透明基板上に設けられた透明導電膜からなる透明電極(13a, 23a)が配置されており、プラズマ発生装置(3)から供給された第2の気体(6)を用いて透明電極(13a, 23a)に活性酸素処理を行う透明電極処理装置を提供する。

【0027】上記の透明電極処理装置において、透明導電膜は、導電性酸化物からなることが可能である。

【0028】上記の透明電極処理装置において、第1の気体は、酸素濃度1%以上であることが可能である。

【0029】さらにまた、上記課題を解決するために、本発明によると、プラズマ発生装置を有する透明電極処理装置において、プラズマ発生装置内部で、酸素を含む第1の気体中にプラズマを発生させて、活性酸素を含む第2の気体を発生させるステップと、プラズマ発生装置内部から第2の気体を排出するステップと、排出された第2の気体に透明電極が晒されるステップとからなり、ここで、透明電極は透明基板と透明基板上に設けられた透明導電膜から構成される透明電極の処理方法を提供する。

【0030】上記の透明電極の処理方法において、透明導電膜は、導電性酸化物からなることが可能である。

【0031】上記の透明電極の処理方法において、第1の気体は、酸素濃度1%以上であることが可能である。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明における透明電極の実施形態を説明する。

【0033】図1は、本発明における透明電極を示す。本発明における透明電極は、透明基板1と透明基板1上に設けられている透明導電膜2からなる。

【0034】透明基板1は、ガラスなどの透明な絶縁物から構成される。

【0035】透明導電膜2は、酸化錫、酸化インジウム、酸化鉛インジウム(ITO)などの導電性酸化物からなる。

【0036】この透明導電膜2は導電性酸化物を用いたスパッタ法などにより透明基板1上に形成される。また、この透明導電膜2には以下に示す活性酸素処理が行

われる。

【0037】次に、本発明における導電膜処理装置を説明する。

【0038】図2は、本発明における導電膜処理装置を示す。本発明における導電膜処理装置は、プラズマ発生装置3、管4、および陽極処理槽5から構成される。

【0039】プラズマ発生装置3は、外部から気体を供給するための供給口(図示せず)を有する。

【0040】管4は、プラズマ発生装置3と陽極処理槽5とを接続している。管4は、ガラス管、樹脂管などからなる。

【0041】陽極処理槽5は、試料を配置するための試料台を有する。この試料は図1に示される透明電極からなる。また、この試料台は後述する。さらに、陽極処理槽3は、シャワーヘッド方式とラジアルフロー方式から選択される。

【0042】次に、本発明における導電膜処理装置を用いた導電膜処理方法を示す。

【0043】まず、試料は陽極処理槽5の試料台に配置される。ここで、試料は試料台と透明基板1とが面するように配置される。

【0044】プラズマ発生装置3は供給口から酸素を含む気体を供給される。

【0045】プラズマ発生装置3は、この酸素を含む気体にプラズマ発生処理を行う。このプラズマ発生処理によって、プラズマ発生装置3はこの酸素を含む気体から活性酸素を含む気体6を生成する。ここで、このプラズマ発生処理は、DC二極方式、RF誘導結合方式、RF容量結合方式、RFマグネトロン方式、マイクロ波有磁場方式(ECR方式)、マイクロ波方式(磁場無し)などから選択される。

【0046】活性酸素を含む気体6は、管4を通してプラズマ発生装置3から陽極処理槽5へと送られる。

【0047】この試料は陽極処理槽5で活性酸素を含む気体6に晒される。陽極処理槽5の活性酸素を含む気体6の供給方法は、シャワーヘッド方式またはラジアルフロー方式の中から選択される。

【0048】図3は、シャワーヘッド方式で活性酸素を含む気体6が供給される陽極処理槽5aを示す。この陽極処理槽5aは、導入口11、排気口12および試料台13を有する。

【0049】導入口11は、陽極処理槽5a上部全体、または一部を覆うような形状を有する。導入口上部11aは、管4と接続されている。導入口下部11bは、活性酸素を含む気体6を通気可能な複数の孔部を有する。

【0050】排気口12は、陽極処理層5a下部に少なくとも1つ以上設けられている。排気口12は、所定の背圧で排気を行う。排気口12は、陽極処理層5a周縁部に設けられることが望ましい。

【0051】試料台13は、陽極処理層5a下部に配置

されている。試料 1 3 a は、試料台 1 3 上部に配置される。

【0 0 5 2】次に、シャワーヘッド方式を用いた陽極処理槽 5 a を用いて行われる試料 1 3 a の活性酸素処理方法を以下に説明する。

【0 0 5 3】まず、排気口 1 2 は所定の背圧で排気するために、陽極処理層 5 a 内部の空気圧は減少する。この空気圧を補うために、活性酸素を含む気体 6 はプラズマ発生装置 3 から管 4 を介して導入口 1 1 へ供給され、導入口下部 1 1 b から陽極処理層 5 a 内部へ供給される。導入口下部 1 1 b は複数の孔部を有する構造であるために、この気体 6 は複数の孔部を通してシャワー状に陽極処理層 5 a 内部へ供給される。試料 1 3 a はシャワー状に陽極処理層 5 a 内部へ供給されたこの気体 6 に晒される。結果として試料 1 3 a はこの気体 6 により活性酸素処理される。

【0 0 5 4】図 4 は、ラジアルフロー方式を用いた陽極処理槽 5 b を示す。この陽極処理層 3 b は、導入口 2 1、排気口 2 2 および試料台 2 3 を有する。

【0 0 5 5】導入口 2 1 は、陽極処理槽 5 b 中心部の下部に設置されている。導入口 2 1 は、管 4 と接続されている。活性酸素を含む気体 6 は、プラズマ発生装置 3 から管 4 および導入口 2 1 を介して陽極処理層 3 b 内部へ供給される。

【0 0 5 6】排気口 2 2 は、陽極処理槽 5 b の下部周縁部に少なくとも 1 つ以上設けられている。排気口 2 2 は、所定の背圧で排気を行う。

【0 0 5 7】試料台 2 3 は、陽極処理層 5 b 下部であって、導入口 2 1 と排気口 2 2 との間に配置されている。また、試料台 2 3 の中央部に、導入口 2 1 が設けられている構成も可能である。試料 2 3 a は、試料台 2 3 上部に配置される。ここで、導入口 2 1 は、陽極処理層 5 b 底部から試料台 2 3 の高さ以下の位置から活性酸素を含む気体 6 を供給するように配置されることが望ましい。

【0 0 5 8】次に、ラジアルフロー方式を用いた陽極処理槽 5 b を用いて行われる試料 2 3 a の活性酸素処理方法を以下に説明する。

【0 0 5 9】まず、排気口 2 2 は所定の背圧で排気するために、陽極処理層 5 b 内部の空気圧は減少する。この空気圧を補うために、活性酸素を含む気体 6 はプラズマ発生装置 3 から管 4、導入口 2 1 を介して陽極処理層 5 b 内部へ供給される。この気体 6 が導入口 2 1 から供給され、排気口 2 2 で排気されるまでに試料 2 3 a はこの気体 6 に晒される。このことから、試料 2 3 a はこの気体 6 により活性酸素処理される。

【0 0 6 0】次に、図面を参照して本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子を以下に示す。

【0 0 6 1】図 5 は、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子を示す。本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極 3 1 と正孔輸送層 3 2 と

有機層 3 3 と陰極 3 4 からなる。正孔輸送層 3 2 は陽極 3 1 上に設けられている。有機層 3 3 は正孔輸送層 3 2 上に設けられている。陰極 3 4 は有機層 3 3 上に設けられている。

【0 0 6 2】陽極 3 1 は、図 1 に示される、本発明における透明電極からなる。陽極 3 1 は、絶縁透明基板と、絶縁透明基板上に形成された導電膜からなる。本発明における導電膜の材料は、酸化錫、酸化インジウム、酸化鉛インジウム (ITO) などの導電性酸化物から選択される。

【0 0 6 3】正孔輸送層 3 2 は、正孔輸送材料からなる。ここで、正孔輸送材料は、従来知られた正孔輸送性低分子および正孔輸送性高分子の中から選択される。特に、正孔輸送材料は、5.4eV 以上のイオン化ポテンシャルを有するものが望ましい。また、正孔輸送層 3 2 は従来知られたバインダ高分子や蛍光材料を含むことも可能である。

【0 0 6 4】有機層 3 3 は、従来知られた発光材料からなる。また、有機層 3 3 は従来知られた蛍光ドーパ材や、従来知られたバインダ高分子を含むことも可能である。さらに、有機層 3 3 は発光層とその発光層上に設けられた少なくとも 1 層の電子輸送層などを含む多層からなることも可能である。ここで、電子輸送層は、電子輸送材料からなる。電子輸送材料は、従来知られた電子輸送性低分子および電子輸送性高分子の中から選択される。電子輸送層もまた従来知られたバインダ高分子を含むことも可能である。他に、有機層 3 3 は、従来知られた蛍光材料と電子輸送材料とから形成された電子輸送発光層からなることも可能である。加えて、有機層 3 3 は従来知られた正孔阻止層や電子注入層を含む構成も可能である。

【0 0 6 5】陰極 3 4 は、従来用いられている陰極材料からなる。

【0 0 6 6】次に、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の製造方法を以下に示す。

【0 0 6 7】陽極 3 1 は、本発明における透明電極と同様に形成される。

【0 0 6 8】正孔輸送層 3 2 は蒸着法、または正孔輸送材料を溶媒に溶解した溶液を用いた湿式法によって陽極 3 1 上に形成される。

【0 0 6 9】有機層 3 3 は、従来知られた発光材料を蒸着法、または溶媒に溶解した溶液を用いた湿式法によって正孔輸送層 3 2 上に形成される。また、有機層 3 3 は従来知られた蛍光ドーパ材や、従来知られたバインダ高分子をさらに溶解した溶液を用いて形成されることも可能である。

【0 0 7 0】さらに、有機層 3 3 は、発光層とその発光層上に形成された電子輸送層などを含む多層からなることも可能である。この場合、有機層 3 3 の形成工程は、発光層を形成する工程とその発光層上に電子輸送層など



の層を形成する工程からなる。

【0071】発光層は従来知られた蛍光材料を溶媒に溶解した溶液を用いた湿式法によって正孔輸送層32上に形成される。また、発光層は従来知られたバインダ高分子をさらに溶解した溶液を用いて形成されることも可能である。

【0072】電子輸送層は、電子輸送材料を溶媒に溶解した溶液を用いた湿式法によって発光層上に形成される。電子輸送層もまた従来知られたバインダ高分子を含むことも可能である。

【0073】他に、有機層33は、従来知られた蛍光材料と電子輸送材料とを溶媒に溶解した溶液を用いた湿式法によって正孔輸送層32上形成されることも可能である。加えて、有機層33の形成工程は従来知られた正孔阻止層の形成工程や電子注入層の形成工程を含むことも可能である。

【0074】陰極34は、従来用いられている陰極材料を用いた蒸着法によって形成される。

【0075】次に、本発明における透明電極の活性酸素処理方法の実施例を以下に示す。

#### 【0076】実施例1

透明電極は市販のITO基板（旭硝子製、 $20\Omega/\text{cm}^2$ ）を用いる。プラズマ発生装置に送られる気体は酸素濃度10%とする。プラズマ発生装置のプラズマ発生方法は、マイクロ波方式（出力1,500W、発振周波数2,450MHz）を用いる。陽極処理槽は、シャワーヘッド方式を用いる。陽極処理槽の排気口の背圧は30Paとする。上記の条件下で、ITO基板はプラズマ発生装置から陽極処理槽に送られる気体の流量 $100\text{cm}^3/\text{min}$ 、処理時間2minで活性酸素処理される。

【0077】活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は、理研計器（株）製：フェルミ準位測定装置F-ACIを用いて測定される。その測定結果は仕事関数7.0eVを示した。

【0078】実施例2から6は、プラズマ発生装置に送られる気体の酸素濃度以外実施例1と同じ条件でITO基板に活性酸素処理を行っている。実施例2から6は、実施例1と比べて、その気体の酸素とアルゴンの分圧比が異なる。各実施例における活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は、理研計器（株）製：フェルミ準位測定装置F-ACIを用いて測定される。【表1】は、この活性酸素処理の結果を示す。【表1】は、実施例2から6において、プラズマ発生装置に送られる気体の酸素とアルゴンの混合比と、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数を示す。

#### 【0079】

#### 【表1】

	酸素(%)	アルゴン(%)	仕事関数(eV)
実施例2	0	100	5.2
実施例3	1	99	5.7
実施例4	5	95	6.1
実施例5	10	90	6.4
実施例6	50	50	6.7

実施例1から6によると、プラズマ発生装置に送られる気体の酸素濃度が1%以上の場合、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は5.5eV以上を示す。このことから、本発明はITO基板の仕事関数を向上させる。

【0080】実施例7から9は、プラズマ発生装置から陽極処理槽に送られる気体の流量を変化させること以外は、実施例1と同じ条件でITO基板に活性酸素処理を行っている。【表2】は実施例7から9において、プラズマ発生装置から陽極処理槽に送られる気体の流量と、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数を示す。

#### 【0081】

#### 【表2】

	気体の流量 ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	仕事関数 (eV)
実施例7	70	6.9
実施例8	200	6.7
実施例9	300	6.2

実施例1および7から9によると、プラズマ発生装置に送られる気体は酸素濃度100%の時、プラズマ発生装置から陽極処理槽に送られる気体の流量は $70\text{cm}^3/\text{min}$ から $300\text{cm}^3/\text{min}$ の間であれば、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は活性酸素処理前よりも向上する。特にプラズマ発生装置から陽極処理槽に送られる気体の流量が $100\text{cm}^3/\text{min}$ 程度の時、活性酸素処理後のITO基板は最も高い仕事関数を有する。

【0082】導電膜の活性酸素処理方法の比較例を以下に示す。この比較例は、特開平8-167479号公報に開示されている従来技術である。この比較例は、導電膜表面をプラズマに直接晒すことによって、導電膜に活性酸素処理を行う。導電膜は市販のITO基板（旭硝子製、 $20\Omega/\text{cm}^2$ ）を用いる。

【0083】図6は、本比較例で用いる活性酸素処理装置を示す。この活性酸素処理装置は、バレル式の装置41である。この装置41は、導入口42、排気口43および高周波電極44からなる。外部からの気体は導入口42から装置41内部へ送られる。装置41内部の気体は所定の背圧で排気口43から外部へ排気される。高周波電極44は装置41内部に設けられている。高周波電極44は円筒状の形状を有する。高周波電極44は、電圧を印加するための交流電源45と接続されている。試料46は、高周波電極44の内側の試料台（図示せず）に配置される。

【0084】次に本比較例で用いる活性酸素処理装置の動作を説明する。

【0085】交流電源45から所定の強度の電圧が印加されることによって、この装置41は導入口42から送られた気体を用いてプラズマを発生させる。試料46はこのプラズマを利用して活性酸素処理される。ここで、装置41から排気される気体の量は排気口43の背圧によって制御される。

【0086】比較例1から6において、ITO基板は図6で示されるバレル式の装置41を用いて活性酸素処理される。この装置41のプラズマ発生方式は、交流電源45の出力100W、出力周波数1.356MHzのRF誘導結合方式である。導入口42からこの装置41に送られる気体は、酸素とアルゴンからなる。比較例1から6では、そ

の気体における酸素とアルゴンの分圧比が異なる。この装置41は、排気口43から背圧53.1Paで排気される。上記の条件下で、ITO基板はこの装置41に送られる気体の流量100cm<sup>3</sup>/min、処理時間2minで活性酸素処理される。各比較例における活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は、理研計器(株)製：フェルミ準位測定装置F-AC1を用いて測定される。[表3]は、比較例1から6で行われる活性酸素処理の結果を示す。[表3]は、比較例1から6において、ドライエッチャー内に送られる気体の酸素とアルゴンの混合比と、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数を示す。

【0087】

[表3]

	酸素(%)	アルゴン(%)	仕事関数(eV)
比較例1	0	100	5.1
比較例2	1	99	5.2
比較例3	5	95	5.2
比較例4	10	90	5.4
比較例5	50	50	5.4
比較例6	100	0	5.4

比較例1から6によると、プラズマ発生装置に送られる気体の酸素濃度に関わらず、活性酸素処理後のITO基板の仕事関数は5.5eV以下を示す。

【0088】実施例10を以下に示す。ポリNビニルカルバゾール(以下PVK)6.9mgを、ジクロロエタン1mlに溶解した第1の溶液を作成する。実施例1による活性酸素処理を行ったITO基板(旭硝子製、20Ω/cm<sup>2</sup>、仕事関数7eV)上に、第1の溶液を用いたスピコートにより、50nmの厚さの正孔輸送層が形成される。2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(以下PBD)6.25mgと、蛍光物質のクマリン60.25mgと、バインダーとしてのポリスチレン6.25mgをエチルベンゼン1mlに溶解した第2の溶液を作成する。有機層は、第2の溶液を用いた湿式法を用いて、正孔輸送層上に50nmの厚さで作成される。陰極は有機層上に陰極材であるMgとAlを共蒸着法によって蒸着して形成される。上記の工程によって有機エ

レクトロルミネッセンス素子が形成される。この有機エレクトロルミネッセンス素子における、正孔輸送層のイオン化ポテンシャルは5.9eV、陽極の仕事関数は7eVを示す。この有機エレクトロルミネッセンス素子は、印加電圧10Vで、輝度150cd/m<sup>2</sup>を示した。また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は輝度100cd/m<sup>2</sup>を得るために必要な印加電圧は9.2Vを示した。

【0089】実施例11から16は、正孔輸送層の材料以外、実施例10と同様の工程で有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する。[表4]は、実施例10から16で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子における、正孔輸送層の材料と、その材料のイオン化ポテンシャル(単位：eV)、陽極の仕事関数(単位：eV)と、印加電圧10V時の輝度(単位：cd/m<sup>2</sup>)、輝度100cd/m<sup>2</sup>を得るために必要な印加電圧(単位：V)を示す。

【0090】

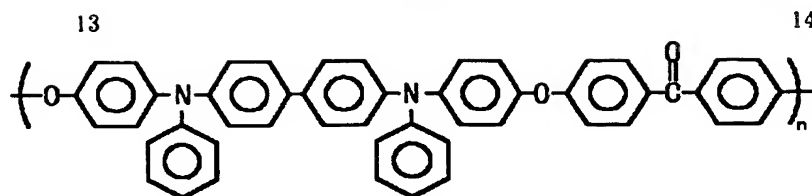
[表4]

	下層材料	イオン化ポテンシャル(eV)	陽極の仕事関数(eV)	10Vでの輝度(cd/m <sup>2</sup> )	輝度100cd/m <sup>2</sup> の時の印加電圧
実施例10	PVK	5.9	7	150	9.2
実施例11	PTPDEK	5.5	7	220	9.2
実施例12	PTPDEK2	5.4	7	223	9.2
実施例13	PTPDES	5.6	7	222	9.2
実施例14	PTPDES2	5.4	7	223	9.2
実施例15	PTPDBPA	5.5	7	222	9.2
実施例16	PTPDMA	5.5	7	223	9.2

ここで、PTPDEKは化学式[化1]で示される。

[化1]

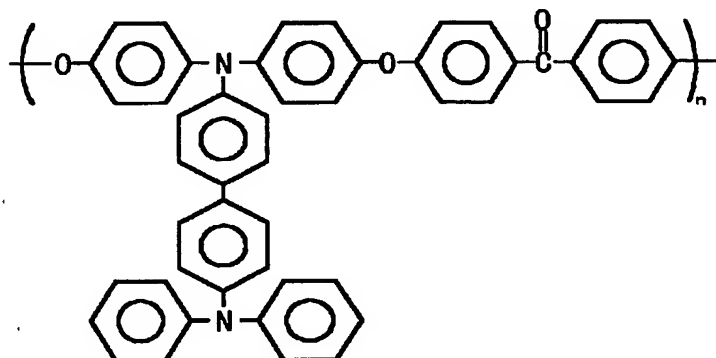
【0091】



ここで、PTPDEK 2は化学式【化2】で示される。

【化2】

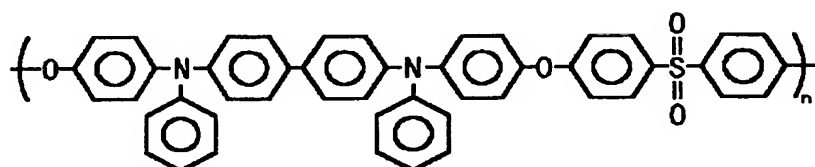
【0092】



ここで、PTPDESは化学式【化3】で示される。

20 【化3】

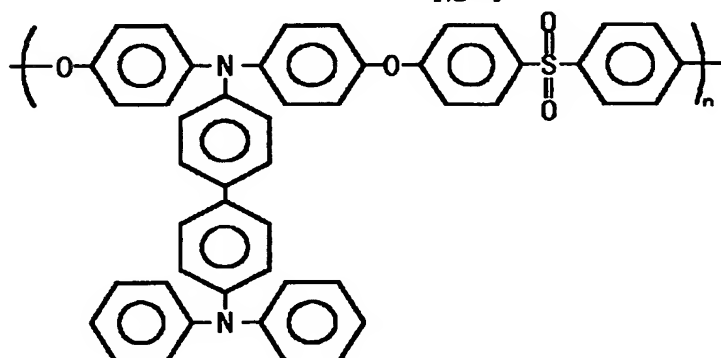
【0093】



ここで、PTPDDES 2は化学式【化4】で示される。

【0094】

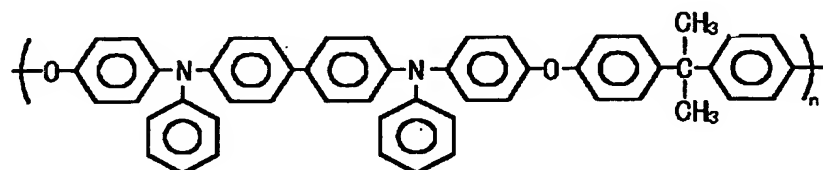
【化4】



ここで、PTPDBPAは化学式【化5】で示される。

【化5】

【0095】

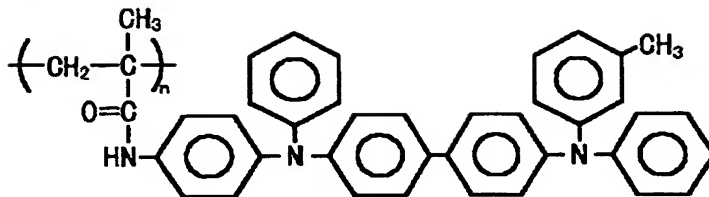


ここで、PTPDMAは化学式【化6】で示される。

【化6】

【0096】

15



16

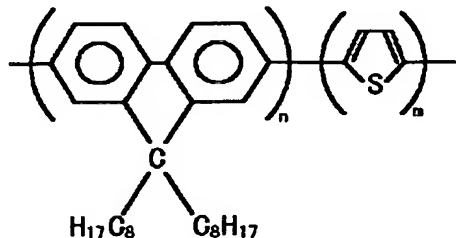
実施例 17 を以下に示す。実施例 17 は、陽極／バイポーラ発光層／陰極からなる有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する。

【0097】まず、陽極を形成する。陽極の形成方法は実施例 10 と同様である。

【0098】次にバイポーラ発光層を形成する。バイポーラ発光層の材料は化学式【化 7】で示されるポリ（フルオレンーチオフェン）共重合体である。このポリ（フルオレンーチオフェン）共重合体のイオン化ポテンシャルは 5.8eV である。

【0099】

【化 7】



ポリ（フルオレンーチオフェン）共重合体 10mg を溶媒に溶解した溶液を用いたスピンコート法によって、陽極上に厚さ 100nm のバイポーラ発光層を形成する。

【0100】最後に陰極を形成する。Ca を陰極材に使用した蒸着法を用いてバイポーラ発光層上に陰極を形成する。

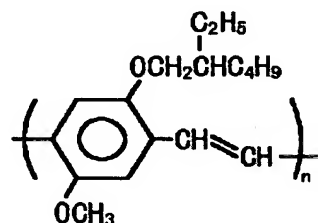
【0101】実施例 17 で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子は、印加電圧 10V の時に輝度 226cd/m<sup>2</sup> で発光した。また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は、輝度 100cd/m<sup>2</sup> で発光させるために印加される電圧値は 9.1V であった。

【0102】実施例 18 を以下に示す。実施例 18 は、バイポーラ発光層の形成工程以外は、実施例 17 と同様の工程で有機エレクトロルミネッセンス素子を形成す

る。以下にバイポーラ発光層の形成工程を示す。バイポーラ発光層の材料は、ポリ（2-メトキシ、5-(2'-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンビニレン（MEH-PPV）である。MEH-PPV のイオン化ポテンシャルは 5.2eV である。ここで、MEH-PPV は化学式【化 8】で表される。

【0103】

【化 8】



MEH-PPV を溶媒に溶解した溶液を使用したスピンコート法によって、正孔注入層上に厚さ 100nm のバイポーラ発光層を形成する。

【0104】実施例 18 で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子は、印加電圧 5V の時に輝度 1,000cd/m<sup>2</sup> で発光した。

【0105】比較例 7 から 13 は、陽極に比較例 6 で活性酸素処理された ITO 基板を用いる。また、比較例 7 から 13 は、正孔輸送層の材料以外、実施例 10 と同様の工程で有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する。【表 5】は、比較例 7 から 13 で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子における、正孔輸送層の材料と、その材料のイオン化ポテンシャル（単位：eV）、陽極の仕事関数（単位：eV）、印加電圧 10V 時の輝度（単位：cd/m<sup>2</sup>）および輝度 100cd/m<sup>2</sup> を得るために必要な印加電圧（単位：V）を示す。

【0106】

【表 5】

	下層材料	イオン化ポテンシャル(eV)	陽極の仕事関数(eV)	10Vでの輝度(cd/m <sup>2</sup> )	輝度100cd/m <sup>2</sup> の時の印加電圧
比較例7	PVK	5.9	5.2	120	9.8
比較例8	PTPDEK	5.5	5.2	165	9.5
比較例9	PTPDEK2	5.4	5.2	180	9.4
比較例10	PTPDES	5.6	5.2	170	9.4
比較例11	PTPDES2	5.4	5.2	190	9.3
比較例12	PTPDBPA	5.5	5.2	180	9.4
比較例13	PTPDMA	5.5	5.2	183	9.4

【0107】比較例 14 を以下に示す。比較例 14 は、陽極／バイポーラ発光層／陰極からなる有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する。

【0108】まず、陽極を形成する。陽極の形成方法は比較例 6 と同様である。

【0109】次に、バイポーラ発光層を形成する。バイ

ポーラ発光層の形成方法は実施例18と同様であって、バイポーラ発光層はポリ（フルオレンーチオフェン）共重合体を用いて形成される。

【0110】最後に、陰極を形成する。陰極の形成方法は実施例17と同様である。

【0111】比較例14で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子は、印加電圧10Vの時に輝度125cd/m<sup>2</sup>で発光した。また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は、輝度100cd/m<sup>2</sup>で発光させるために印加される電圧値は9.8Vであった。

【0112】比較例15を以下に示す。実施例18は、バイポーラ発光層の形成工程以外は、実施例17と同様の工程で有機エレクトロルミネッセンス素子を形成する。バイポーラ発光層の形成工程は実施例18と同様であって、バイポーラ発光層はMEH-PPVを用いて形成される。

【0113】比較例15で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子は、印加電圧5Vの時に輝度960cd/m<sup>2</sup>で発光した。また、この有機エレクトロルミネッセンス素子は、輝度1,000cd/m<sup>2</sup>で発光させるために印加される電圧値は5.2Vであった。

【0114】〔表4〕と〔表5〕および実施例17、18と比較例14、15とを参照すると、下層材料が同じ場合、素子への印加電圧10Vの時、実施例10から16で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子は、比較例7から13で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子よりも高輝度を示す。この時の下層材料のイオン化ポテンシャルは5.4eV以上である。

【0115】実施例18で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子と、比較例15で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子とは、素子への印加電圧5Vの時、ほぼ同じ輝度を示す。実施例18と比較例15では、有機エレクトロルミネッセンス素子の下層材料が同じである。また、この下層材料は、5.2eVのイオン化ポテンシャルを有する。

【0116】このことから、正孔輸送層材料のイオン化ポテンシャルが5.4eV以上の場合、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度は従来より向上する。特に、正孔輸送層材料のイオン化ポテンシャルが高いほど、有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度はより向上する。

【0117】また、下層材料が同じ場合、実施例10から17で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子では、比較例7から14で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子よりも、輝度100cd/m<sup>2</sup>を得るために必要な印加電圧が低い。

【0118】実施例18で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子と、比較例15で形成された有機エレクトロルミネッセンス素子とでは、輝度1,000cd/m<sup>2</sup>を得

るために必要な印加電圧がほぼ等しい。

【0119】このことから、正孔輸送層材料のイオン化ポテンシャルが5.4eV以上の場合、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子は従来技術における有機エレクトロルミネッセンス素子よりも低電圧で駆動する。特に、正孔輸送層材料のイオン化ポテンシャルが高いほど、本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子はより低電圧で駆動する。

【0120】

10 【発明の効果】本発明は、透明電極表面の仕事関数を向上させる効果を有する。

【0121】また、本発明は、表面の仕事関数を向上させた透明電極を有機エレクトロルミネッセンス素子に使用することにより、その透明電極から有機層への正孔の注入効率を向上させる効果を有する。

【0122】さらに、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、同一材料を用いた従来の有機エレクトロルミネッセンス素子よりも高輝度、および低印加電圧で駆動するという効果を有する。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における透明電極を示す。

【図2】本発明における透明電極処理装置を示す。

【図3】シャワーヘッド方式で内部に活性酸素を供給する陽極処理槽を示す。

【図4】ラジアルフロー方式で内部に活性酸素を供給する陽極処理槽を示す。

【図5】本発明における有機エレクトロルミネッセンス素子を示す。

【図6】バレル式のドライエッチャーを示す。

30 【符号の説明】

1 透明基板

2 透明導電膜

3 プラズマ発生装置

4 管

5, 5a, 5b 陽極処理槽

6 活性酸素を含む気体

11, 21, 42 導入口

11a 導入口上部

11b 導入口下部

40 12, 22, 43 排気口

13, 23 試料台

13a, 23a 試料

31 陽極

32 正孔輸送層

33 有機層

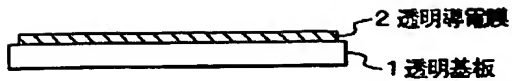
34 陰極

41 バレル式の装置

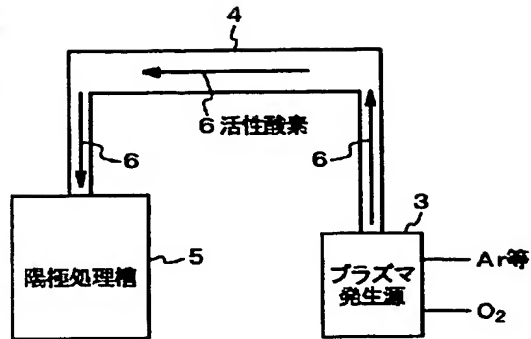
44 高周波電極

45 交流電源

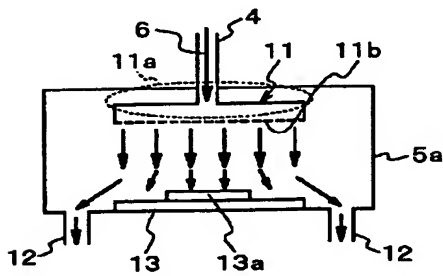
【図1】



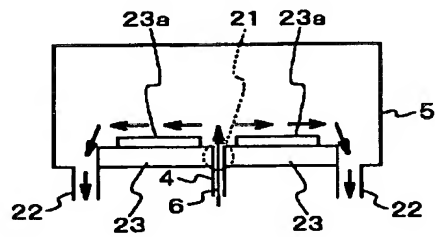
【図2】



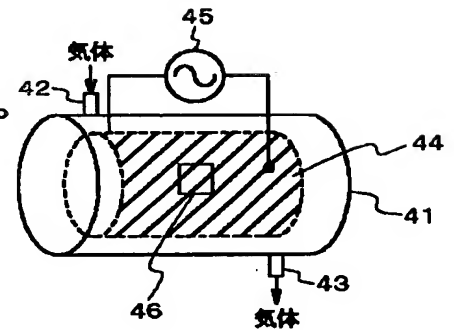
【図3】



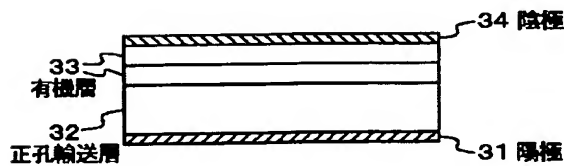
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 石井 聡  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内  
(72)発明者 小松崎 明広  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 島田 陽一  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内  
Fターム(参考) 3K007 AB00 AB02 AB03 AB06 CA01  
CB01 DA00 DB03 EB00 FA00  
FA01